

PLECS DEMO MODEL

Phase Shift DC-DC Converter with Integrated Magnetics

磁気部品を備えた位相シフトDC-DCコンバータ

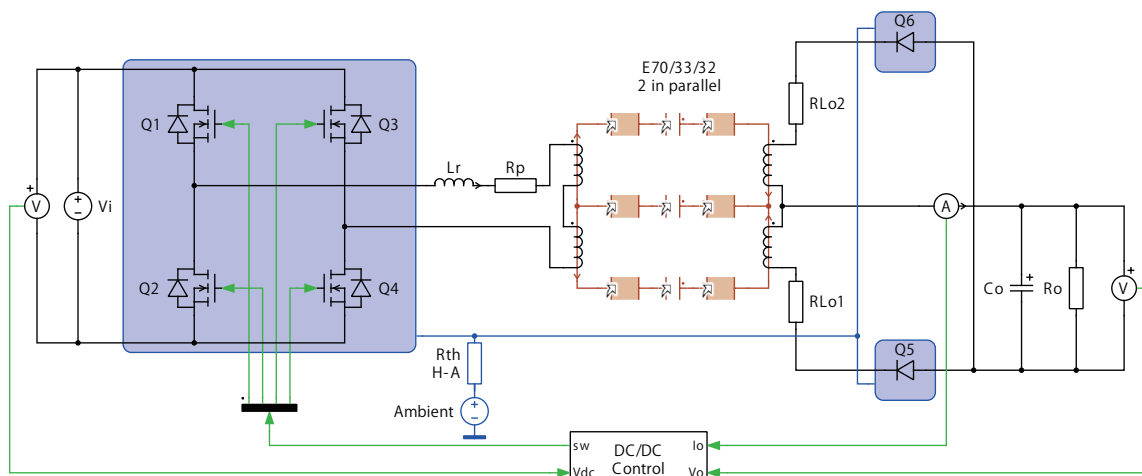
Last updated in PLECS 5.0.1

1 概要

このデモでは、磁気モデルを統合した電流ダブラを備えた位相シフトDC-DCコンバータを紹介します。結合したトランスと出力インダクタは、PLECS磁気回路ブロックに実装されています。

2. 回路図

図1: 位相シフトコンバータ



注意

このモデルには、次からアクセスできるモデル初期化コマンドが含まれています。

PLECS Standalone: シミュレーションメニュー + シミュレーション・パラメータ... → 初期化

PLECS Blockset: Simulinkモデルウィンドウで右クリック → モデル プロパティ → コールバック → InitFcn*

3. モデル

このモデルは、出力に電流ダブラを備えたフルブリッジ位相シフトコンバータを示しています。入力400VDCのステイプな電圧源は、整流用途を表します。変圧器はガルバニック絶縁を提供し、巻線比は出力に48~50VDCを供給するように選択されています。電流ダブラ整流器は、出力インダクタとダイオードを含む別々の分岐に出力電流を2つの経路で供給することで実装します。磁気コンポーネント全体のサイズを縮小するために、変圧器とフィルタインダクタは同じコアを共有します。位相シフト変調により、ゼロ電圧スイッチング(Zero Voltage Switching: ZVS)を実現し、MOSFETのターンオン損失をゼロに低減します。

3.1 コントロール

フルブリッジ内の各スイッチは、それぞれのスイッチング周期の50%の間オンになります。2つのレッグのスイッチペアはすべて同じスイッチング周期を持ちますが、各スイッチ間に位相シフトを導入し、フィードバック測定を使用して動的に計算された変調指数に基づいて、時間の経過とともにわずかに変化するように動作します。出力電圧の誤差信号は設定値に基づいて生成され、PIレギュレータを介して出力電流設定値を生成します。出力電流設定値と測定値の差は、単純化した比例ゲインを備えた電流コントローラに入力され、PWM変調器の位相シフト比を生成します。

3.2 磁気回路

出力インダクタを変圧器コアに統合する目的は、コンバータの電力密度を高めることです。このような磁気形状を結合インダクタンスを含む電気等価回路を使用してモデリングするのは煩雑です。しかし、PLECSの磁気回路ブロックを使用すると、このような構造を直感的かつ簡単にモデリングできます。磁気モデルのパラメータはコアの形状と材料特性に直接関係しており、ほとんどの場合データシートから取得できます。

このモデルでは、N87材料を使用したTDKのE 70/33/32コアを2つ重ねています。

3.3 熱モデル

熱設定は、フルブリッジ内の4つのMOSFETスイッチすべてと出力ダイオードに割り当てられます。これらの特性は、コンポーネントをダブルクリックし、**熱設定**パラメータのドロップダウンメニューから**編集...**を選択することで表示および編集できます。熱設定は、IPW60R280P6 CoolMOS superjunction MOSFETおよびIDW75E60シリコンパワーダイオードについては、Infineon社のデータシートから取得しました。2種類のデバイスは、ジャンクションからケースへの熱遷移を表す熱インピーダンスチェーンが熱設定に直接入力されています。

Hブリッジコンバータ内の各スイッチ(Q1からQ4)は、並列接続された3つのMOSFETを用いて実現しています。並列接続するデバイスの数は、パラメータウィンドウで設定します。電流はすべての並列デバイスに均等に分配されると仮定し、熱設定はデバイスの数と構成を反映するように自動的に調整されます。

3つのヒートシンクコンポーネントは相互接続しているため、6つのデバイスすべてが同じヒートシンクに放熱します。熱抵抗は、ヒートシンクと周囲温度とを結び付けます。MOSFETとダイオードの熱設定は、ディレクトリ/phase_shift_dc_dc_converter_with_integrated_magnetics_plecsのプライベート熱ライブラリに保存されています。

半導体デバイスの平均スイッチング損失、導通損失、および全損失は、スイッチ損失算出コンポーネントを使用して簡単に計算できます。回路図内の対象のスイッチコンポーネントを選択し、スイッチ損失算出ブロックの"プローブコンポーネントリスト"にドラッグします。詳細については、このブロックの**ヘルプ**を参照してください。

"Efficiency Calculator" サブシステムは、電源電力と全損失を使用してコンバータ効率を計算します。

熱のモデリングとデバイスの損失および効率の計算の詳細については、PLECSのdemosライブラリの"Buck Converter with Thermal Model"を参照してください。

4 シミュレーション

添付したモデルを使用してシミュレーションを実行し、出力信号、損失およびQ1のジャンクション温度、磁気コアのBH曲線を表示します。

4.1 定常動作

Q1のジャンクションの最終温度は、モデルに事前設定されている定常解析を使用して計算できます。PLECS StandaloneまたはBlockset(Simulink内)の場合は、次の手順を実行します:

- *Standalone*: シミュレーションメニューから**解析ツール...**を選択します。これにより、事前に設定された解析ダイアログが開きます。解析を開始するには、**解析開始**ボタンをクリックします。**ログを表示**ボタンをクリックすると、解析の進行状況を表示できます。
- *Blockset*: Steady-State Analysisブロックをダブルクリックしてダイアログを開き、**解析開始**ボタンをクリックします。解析の進行状況はMATLABコマンドウィンドウに表示されます。

解析が終了すると、PLECSスコープに事前設定したすべての波形について、5つの定常周期のシミュレーションが表示されます。

5 まとめ

このモデルでは、熱回路と磁気回路の両方を含む位相シフトDC-DCコンバータの動作について説明します。起動時の過渡シミュレーションに加えて定常解析も構成されており、デバイスの最終的な動作温度を迅速に決定できるようになっています。

参考文献

- [1] U. Badstuebner, J. Biela, B. Faessler, D. Hoesli and J.W. Kolar, "An Optimized 5 kW, 147 W/in^3 Telecom Phase-Shift DC-DC Converter with Magnetically Integrated Current Doubler," Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2009, Twenty-Seventh Annual IEEE, pp. 21-27, 15-19 Feb. 2009.

改訂履歴:

PLECS 4.3.1 初版

PLECS 4.7.1 スイッチ損失算出を使用してモデルを更新

PLECS 5.0.1 新しいダイオード内蔵MOSFETブロックを使用



Pleximへの連絡方法:

☎ +41 44 533 51 00 Phone
✉ Plexim GmbH Mail
Technoparkstrasse 1
8005 Zurich
Switzerland
@ info@plexim.com Email
<https://www.plexim.com> Web



計測エンジニアリングシステムへの連絡方法:

☎ +81 3 6273 7505 Phone
✉ Keisoku Engineering System CO.,LTD. Mail
1-9-5 Uchikanda, Chiyoda-ku
Tokyo, 101-0047
Japan
<https://kesco.co.jp> Web

PLECS Demo Model

© 2002-2026 by Plexim GmbH

このマニュアルで説明されているソフトウェアPLECSは、ライセンス契約に基づいて提供されています。ソフトウェアは、ライセンス契約の条件の下でのみ使用またはコピーできます。Plexim GmbHの書面による事前の同意なしに、このマニュアルのいかなる部分も、いかなる形式でもコピーまたは複製することはできません。

PLECSはPlexim GmbHの登録商標です。MATLAB、Simulink、およびSimulink Coderは、The MathWorks, Inc.の登録商標です。その他の製品名またはブランド名は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。

本マニュアルは、Plexim社の英文マニュアルを日本語に翻訳したものです。本マニュアルと英文マニュアルとで差異がある場合、英文マニュアルを正とします。

本マニュアルの内容に基づいて発生した負傷や損害などに対して、Plexim GmbHおよび計測エンジニアリングシステム株式会社は一切責任を負いません。製品とアプリケーションに関連したリスクを最小限に抑えるため、ユーザが適切な設計および保護対策を用意する必要があります。